

基于智慧油田理念的采油厂风电智能运维技术研究

任胜杰

中国石油天然气股份有限公司辽河油田分公司 辽宁盘锦 124125

摘 要: 随着社会的不断发展,采油厂在工作时逐渐融入智慧油田理念,在风电智能运维技术中发挥着非常关键的作用,本文以智慧油田为背景,进行采油厂风电智能运维技术探讨,首先阐述采油厂风电智能运维应用于降低运维成本、发电增效、稳定供电、绿色油田的优势,其次阐述智慧油田的背景和风电智能运维技术原理,然后阐述采油厂风电运维背景、现状、问题和需求;最后阐述采油厂风电智能运维的技术框架,包括智能监测系统、故障诊断与预测模型、智能运维平台,最后提出几点采油厂风电智能运维技术的措施保障,希望能在基于智慧油田理念的采油厂风电智能运维技术进一步得到提升。

关键词: 智慧油田;采油厂;风电运维;智能监测

1 基于智慧油田理念的采油厂风电智能运维技术运用的优势

1.1 降低运维成本

风电系统具有覆盖面广,条件艰苦的特点,在传统人工运维过程中,会耗费大量的人工,而且每次巡检的周期比较长,在巡检过程中还会出现人为的疏忽,而智慧油田运维模式,通过智慧检测设备实施远程实时监测,减少对人工巡检的依赖,降低人工成本,还可以通过数据分析提前预防设备故障的发生,做到早准备,避免设备故障突发时产生大量的维修费用,在人力、维修成本等方面缩减运维成本。

1.2 提升发电效率

通过智能技术的智能运维,可实现对风机运转参数与环境参数的实时检查,根据相应的智能算法计算出风机运转状况和风力资源利用率,进而调节风机运转角度、转速等参数,保证风机一直处于优良运转状态,并结合气象站预测提前调节运转方式,使风力资源被最大限度的获取,提高采油厂风电发电量及利用率。

1.3 保障供电稳定性

采油厂生产对于供电连续性要求较高,不连续的风电输出可能会影响生产。智能运维通过对电网、风机实时监测,对于风电机组电压变化、风机异常等进行及时预警,结合智能决策系统及时制定应对措施,确保快速定责,及时修复,减少停机时间,结合预测风电出力与其他新能源供应,保证采油厂供电连续可靠。

1.4 助力绿色油田建设

风电是清洁能源,提升风能的利用率是绿色油田建设的关键举措,智能运维可改善风机工况、降低风机故障率、提高风发电量、提升采油厂发电结构占比、降低化石能源消耗,同时提升运维质量、在智能调度基础上减少运维环节能耗、减少运维过程能耗和污染,促进采油厂低碳、绿色发展。

2 智慧油田与风电智能运维相关理论

2.1 智慧油田理念概述

智慧油田是集油田勘探、开发、生产、运营、管理、决策等生产运行全过程,通过物联网技术、大数据技术、云计算技术、人工智能技术等数字化为一体的油田。油田生产运行全过程通过传感设备采集数据,通过通信网络传输信息,通过大数据、人工智能等技术分析数据信息,为生产改进、安全监控、管理决策提供数据支持。智慧油田对于油田在企业转型升级,降低能耗和环境保护方面都有非常重要的意义。

2.2 风电智能运维技术基础

(1) 智能传感器技术:智能传感器是开展风电设备状态检测的基础,主要包括压电传感器、温度传感器、转速传感器、压力传感器等。压电传感器是利用压电效应或磁电效应原理,将设备的振动幅度信号转化为电信号,对齿轮箱、发电机等设备的转动部件进行检测,查看设备的旋转部位是否出现故障^[2]。温度传感器是利用热电偶、热电阻原理等检测设备的温度信号,对电机线圈、轴承等设备温度进行检测,查看设备的温度是否正常。转速传感器是利用电磁感应原理

或光电感应等原理,检测发电机的转速信号,检测设备是否过载。(2)大数据与云计算技术:风电运维产生的海量数据由大数据技术进行采集、清洗、存储、分析等,分布式存储技术将TB甚至PB数据安全地进行存储,使用数据挖掘算法对使用规律和故障特点进行挖掘。云计算技术对大数据的处理提供计算支撑,通过云计算技术实现信息数据的集中管理、共享使用,实现多用户、多终端的共用,通过云平台可以安装运维管理应用进行远程监控、故障诊断、资源调度等,降低采油厂的硬件投入成本和维护成本。(3)人工智能算法:人工智能算法主要是在风电故障诊断方面的应用。支持向导超平面分类器,判断故障类型,随机森林组合多个决策树进行学习,提高故障诊断的分类正确率,卷积神经网络等深度学习的算法能自动对故障设备振动或温度等数据进行分析其特征^[1],卷积神经网络适合复杂的故障诊断,循环神经网络或长短时记忆网络能学习数据的时序特征,在设备寿命预测,出力预测,预测性维护等方面都有良好的应用,通过学习历史数据能够很好地诊断设备故障,预测设备寿命。

3 采油厂风电运维现状与痛点分析

3.1 采油厂风电项目概况

采油厂风电项目通常都是根据厂区内的能源需求与场地情况建设,单台采油厂内的风机从几兆瓦到几十兆瓦不等,风机的机型一般为水平轴风机,单机1.5MW-4MW。采油厂内风机均分散建设于厂区内空旷区域或油田现场附近,形成小风电场,风电通常在采油厂内只是作为补充电源,有些采油厂风电占到全厂用电量的20%-30%,对于减少外购电量,减少碳排放发挥着至关重要的作用,目前采油厂绿色发展趋势不断增强,风电厂项目的重要性日益增强。

3.2 传统运维模式与流程

传统风电运维采用的是日常巡检和故障排除的方法,巡检是定期进行到现场巡检风机,检查现场风机工作参数、外观状态等信息,维修是定期按照设备说明对设备定期的检测维修,是在发现报警、停机故障后,由维修人员到现场判断故障原因,制定维修方案、进行维修。

3.3 现存问题与挑战

(1)人力成本高昂且效率低下:大型风电场需要大量巡查人员,由于野外巡查环境差、强度大、人员配置不足。定期巡查浪费了人力,使用过程中要抽时间巡查,当设备出

了故障,可能人员不够,巡查不到位,运维效率低。(2)故障响应滞后且损失较大:如果定期检查无法对设备早期故障进行发现,当设备停机或者出现了故障,才进行故障的排除,这就会导致处理滞后,设备出现故障后,不仅影响发电量,还可能因为故障扩大化造成维修的麻烦与成本,对采油厂供电造成很大的影响。(3)数据利用不足且缺乏决策支撑:传统的巡检数据主要以纸或者电子表格的方式记录数据,不能形成有效的数据分析,那么设备在后期运行时,没有专业的数据分析和处理,不能从历史数据中发现设备的运行规律及故障征兆的规律特点,仍靠经验判断运行维护,准确性、科学性不高。

4 基于智慧油田理念的风电智能运维技术体系构建

4.1 智能监测系统设计

(1)多参数监测指标确定:智能检测系统检测的关键指标主要分为以下几部分:齿轮箱、发电机轴承加速度、转速、位移的振动检测、反应转动部件损坏如磨损、松动等、齿轮箱温度、电机绕组温度、轴承温度的温度检测、反应齿轮箱温度、机组温度、轴承故障的检测、输出电压、电流、功率因数检测和风速、风向、气温环境的检测,通过这些温度、振动、故障和环境的检测为设备运行的环境进行提供参考依据^[3]。(2)传感器布局优化:传感器采用分级布置方式,布设于风扇的风机关键部位,分别在进、出齿轮箱输入轴上安装振动和温度传感器各1只,分别探测齿轮啮合、轴系运转状态,风机前后轴承上安装振动和温度传感器各1只,发电机定子绕组上安装温度传感器3个,综合探测发电机运转状态;在机舱顶部布置1套风向传感器探测环境状态,在变流器出口处布置电量传感器探测出力状态。(3)数据采集与传输网络搭建:根据参数的不同,将振动采集频率设置为1kHz-10kHz,确保采集的故障频特征,温度、转速采集频率设置为1Hz-10Hz,电量、环境数据采集频率设置为0.1Hz-1Hz。传输模式采用“边缘计算网关+工业以太网+5G”组合模式,传感器数据经风机本地边缘网关传输至工业以太网或5G至风电场数据中心。

4.2 故障诊断与预测模型建立

(1)基于机器学习的故障诊断模型:模型训练即对数据进行预处理、数据集划分、算法选择与训练、模型训练与优化。通过随机森林算法实现故障诊断模型,将传感器监测到的振动与温度特征量输入到故障诊断模型,获得故障诊

断结果, 通过网格搜索算法优化模型参数搜索决策树的网格数、最大深度等模型参数。(2) 基于深度学习的预测性维护模型: 模型采用“CNN+LSTM”结构, 其中 CNN 获得振动信号的局部特征, LSTM 获得时序变化特征, 将传感器监测的 12 小时以内的数据作为模型输入, 将 24 小时以内的设备剩余寿命预测值作为输出, 通过大量历史运维数据训练, 误差控制在 5% 以内, 与预设阈值对比, 当剩余寿命小于阈值时发出维护报警提示, 为合理制定维护计划提供依据。

4.3 智能运维平台架构设计

(1) 平台功能模块划分: 智能运维平台可分为数据层、应用层、展示层等层次, 功能主要包括设备管理模块、监测预警模块、故障分析模块、维护决策模块、数据分析模块。设备管理模块主要有设备台账、参数管理管理。监测预警模块主要是数据展示、阈值报警、趋势报警, 故障分析模块主要是自动诊断、故障库调用、诊断报告打印, 维护决策模块主要是进行维护决策、资源调度、工单处理, 数据分析模块功能是性能分析、能耗分析、报表打印。通过数据接口将这些模块有机联系, 形成运维整体。具体流程图如下:

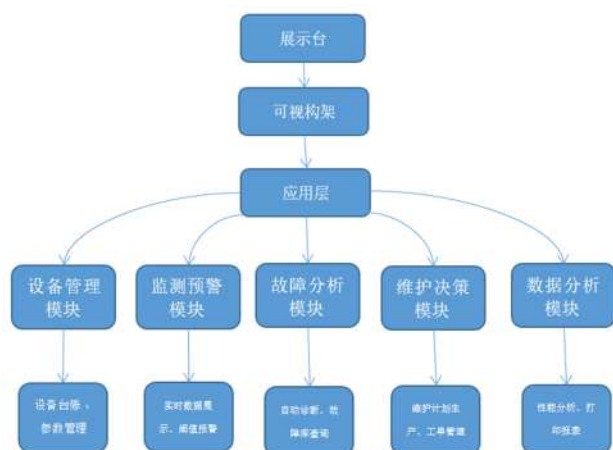


图 1 智能运维平台架构

(2) 数据交互与共享机制: 平台通过 OPCUA、QTT 等工业标准协议与采油厂 MES 系统、ERP 系统、能源管理系统进行数据交换, 由数据中台进行数据规整, 数据模型、数据共享规则相同。首先有平台提供风场出力数据, 供 MES 纸点进行生产组织, 在获取 ERP 系统备品备件库存, 供设

备维护决策, 输出能耗排放量值, 供能源管理系统进行绿色油田评价。

5 基于智慧油田理念的采油厂风电智能运维技术保障措施

5.1 技术保障

智能运维技术体现的就是新科技与技术, 在运维过程中要组建一直专业的技术人才队伍, 对采油厂设备运维技术进行实时更新, 开展智能化的运维技术的研究, 推进智能传感、边缘计算、AI 算法等核心技术的研发, 与技术商共同研发, 确保技术的匹配性。强化技术升级, 智能运维系统会定期进行升级改造, 引进新的技术, 保持技术的前沿性。

5.2 人才保障

科技的创新和发展离不开人才, 在智慧油田理念下, 采油厂风电智能运维技术要得到保障, 就必须培养高素质的专业人才, 对相关人员进行智能检测设备、数据分析设备使用等培训, 另外, 在对机器学习、深度学习算法使用这些技术使用时要向社会吸纳优秀的人才进入, 保障运维技术从研发到运用都有专业的力量, 还要对现有专业人才进行激励政策, 鼓励他们对运维技术大胆创新, 更好的适应社会的发展。

5.3 管理保障

人才是基础, 那么管理就是保障, 首先要制定智能运维管理的各类制度, 明确各部门的职责和义务, 从数据的获取、系统的运行再到运维的管理这些具体工作都要安排到位, 另外对运维的数据要建立安全的管理制度, 确保在运行过程中数据的准确性和完整性, 最后还要建立运维的评价制度, 在运行过程中可以从节约成本、保护环境、效率提升方面进行全方面的评价, 保障各项管理制度规范有序运行。

参考文献:

- [1] 黄简, 杨程, 冯天波, 等. 面向风电机组运维的知识图谱构建研究与应用 [J]. 电力系统保护与控制, 2024, 52 (8): 167-177.
- [2] 郭东旭. 数据中心智能运维系统的研究 [J]. 电子技术与软件工程, 2023 (6): 255-258.
- [3] 卿子龙, 王伟, 刘剑欣. 海上风电场换流站智慧型监控管理系统 [J]. 分布式能源, 2023, 8 (3): 40-46.